

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-289784  
(P2002-289784A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002. 10. 4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト* (参考)
H 0 1 L 27/04		H 0 1 F 17/00	A 5 E 0 6 2
21/822		41/04	C 5 E 0 7 0
H 0 1 F 17/00		H 0 1 L 27/04	L 5 F 0 3 3
41/04		21/88	S 5 F 0 3 8
H 0 1 L 21/3205			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-91426(P2001-91426)

(22) 出願日 平成13年3月27日 (2001. 3. 27)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号  
(72) 発明者 田中 和昭  
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
(72) 発明者 矢島 有継  
長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅登 (外 1 名)

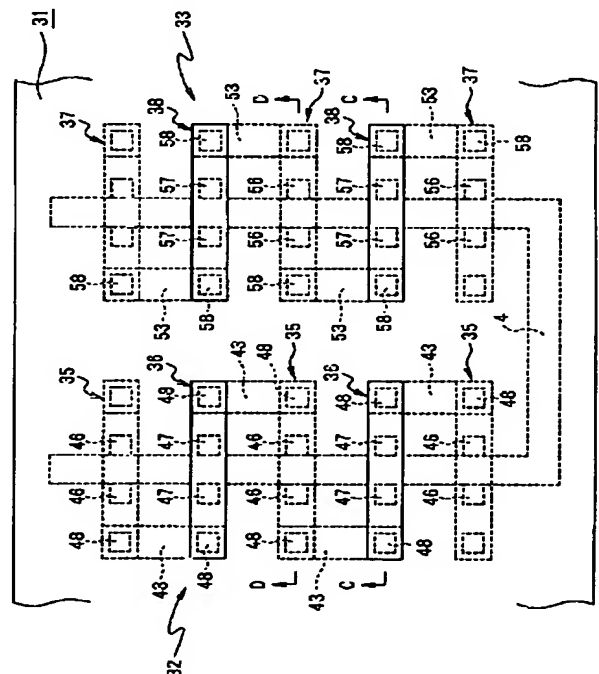
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積回路におけるインダクタ

(57) 【要約】

【課題】 集積回路でインダクタを実現する場合に、その性能を示すQの値を大きくすることができる集積回路におけるインダクタの提供。

【解決手段】 このインダクタは、少なくとも5層の配線層からなる集積回路31内に、1組の螺旋状の1次コイル32と2次コイル33とを並行に形成させ、中心導体4をその両コイル32、33の中心に長さ方向に向けて配置させた。1次コイル32は、第1配線層と第2配線層を用いて形成される第1のコイル形成素子35や第4配線層と第5配線層を用いて形成される第2のコイル形成素子36等からなり、これらを螺旋状に一連に接続して構成した。2次コイル33も1次コイル32と同様に構成した。これにより、コイル32、33の配線の断面積を大きくできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁層で絶縁された少なくとも5つの配線層を有する集積回路において、前記集積回路内に、螺旋状のコイルを形成し、前記コイルは、前記配線層のうち下部側の2層以上の配線層と、前記配線層のうち上部側の2層以上の配線層と、各配線層を電気的に接続する接続導体とを用いて作成するようにしたことを特徴とする集積回路におけるインダクタ。

【請求項2】 前記集積回路内には、前記螺旋状のコイルの他に、このコイルの中心側に長さ方向に向けて配置される中心導体をさらに形成し、前記中心導体は、前記配線層のうち中間の1層以上の配線層を用いて作成するようにしたことを特徴とする請求項1記載の集積回路におけるインダクタ。

【請求項3】 絶縁層で絶縁された少なくとも5つの配線層を有する集積回路において、前記集積回路内に、螺旋状のコイルと、このコイルの中心側に長さ方向に向けて配置される中心導体とをそれぞれ形成し、前記コイルは、第1配線層と第2配線層の各所定位置にコイル用導体をそれぞれ形成し、その両コイル用導体を層厚方向に電気的に接続した複数の第1のコイル形成素子と、第4配線層と第5配線層の各所定位置にコイル用導体をそれぞれ形成し、その両コイル用導体を層厚方向に電気的に接続した複数の第2のコイル形成素子とを含み、前記第1のコイル形成素子と前記第2のコイル形成素子とを螺旋状に接続して構成し、前記中心導体は、第3配線層の所定位置に形成した中心導体用の導体からなることを特徴とする集積回路におけるインダクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、絶縁層で絶縁された少なくとも5つの配線層を有する集積回路において、その集積回路内に配線層を利用して形成される3次元のインダクタ（コイル）に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、多層の配線層からなる半導体集積回路のような集積回路内に、その配線層を利用して3次元のコイルを形成するインダクタとして、図5乃至図8に示すようなものが知られている。図5は従来のインダクタの平面図、図6は図5のA-A線の断面図、図7は図5のB-B線の断面図、図8はそのインダクタのコイルと中心導体の部分のみを抽出した斜視図である。

【0003】この従来のインダクタは、3層の配線層からなる集積回路1内に、1組の螺旋状の1次コイル2と2次コイル3とを並行に形成させ、かつ、U字状の中心導体4をその1次コイル2と2次コイル3の中心に長さ方向に向けて配置させ、その中心導体4を介して両コイ

ル2、3が電磁的に結合できるようにしたものである（図5および図8参照）。

【0004】この従来のインダクタは、図6および図7に示すように、シリコン基板のような半導体基板5上に絶縁層6が形成され、この絶縁層6内の第1配線層から第3配線層の各所定位置に、1次コイル2を形成するために、第1層メタル11、第2層メタル12、第3層メタル13をそれぞれ設けている。第1層メタル11と第2層メタル12とは、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体（ビアホール）14により電気的に接続され、かつ、第2層メタル12と第3層メタル13とは、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体15により電気的に接続され、これらメタル11～13および接続導体14、15とが一連に接続され、図8に示すような螺旋状の1次コイル2を形成している。

【0005】また、図6および図7に示すように、絶縁層6内の第1配線層から第3配線層の各所定位置に、2次コイル3を形成するために、第1層メタル21、第2層メタル22、第3層メタル23をそれぞれ設けている。第1層メタル21と第2層メタル22とは、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体（ビアホール）24により電気的に接続され、かつ、第2層メタル22と第3層メタル23とは、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体25により電気的に接続され、これらメタル21～23および接続導体24、25とが一連に接続され、図8に示すような螺旋状の2次コイル3を形成している。

【0006】さらに、絶縁層6内の第2配線層の所定位置には、1次コイル2および2次コイル3の中心側の長さ方向に位置するように、U字状の中心導体4が設けられ、この共通の中心導体4により1次コイル2と第2コイル3とは電磁的に結合するようになっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のインダクタは、1次コイル2の構成素子として、絶縁層6内の第1配線層から第3配線層の各所定位置に形成した第1層メタル11、第2層メタル12、第3層メタル13を使用している。これは、2次コイル3の構成についても同様である。

【0008】ところが、集積回路では、各配線層の厚さが一般に数 $\mu\text{m}$ と非常に薄いので、コイル2、3の各抵抗値が高くなってしまふ。このため、集積回路でインダクタを構成する場合には、その性能を示すQ（Quality factor）の値を大きくすることができないという不都合があった。そこで、本発明の目的は、上記の点に鑑み、集積回路でインダクタを実現する場合に、その性能を示すQの値を大きくすることができる集積回路におけるインダクタを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決し本発

明の目的を達成するために、請求項1～請求項3に記載の各発明は、以下のように構成した。すなわち、請求項1に記載の発明は、絶縁層で絶縁された少なくとも5つの配線層を有する集積回路において、前記集積回路内に、螺旋状のコイルを形成し、前記コイルは、前記配線層のうち下部側の2層以上の配線層と、前記配線層のうち上部側の2層以上の配線層と、各配線層を電気的に接続する接続導体とを用いて作成するようにしたことを特徴とするものである。

【0010】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の集積回路におけるインダクタにおいて、前記集積回路内には、前記螺旋状のコイルの他に、このコイルの中心側に長さ方向に向けて配置される中心導体をさらに形成し、前記中心導体は、前記配線層のうち中間の1層以上の配線層を用いて作成するようにしたことを特徴とするものである。

【0011】さらに、請求項3に記載の発明は、絶縁層で絶縁された少なくとも5つの配線層を有する集積回路において、前記集積回路内に、螺旋状のコイルと、このコイルの中心側に長さ方向に向けて配置される中心導体とをそれぞれ形成し、前記コイルは、第1配線層と第2配線層の各所定位置にコイル用導体をそれぞれ形成し、その両コイル用導体を層厚方向に電気的に接続した複数の第1のコイル形成素子と、第4配線層と第5配線層の各所定位置にコイル用導体をそれぞれ形成し、その両コイル用導体を層厚方向に電気的に接続した複数の第2のコイル形成素子とを含み、前記第1のコイル形成素子と前記第2のコイル形成素子とを螺旋状に接続して構成し、前記中心導体は、第3配線層の所定位置に形成した中心導体用の導体からなることを特徴とするものである。

【0012】このように、本発明では、螺旋状のコイルを、配線層のうち下部側の2層以上の配線層と、配線層のうち上部側の2層以上の配線層とを用いて作成するようにした。このため、本発明によれば、コイルを形成する配線の断面積を大きくすることができ、配線の抵抗値を全体的に下げることができるので、その良さを示すQの値を大きくできる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。まず、この実施形態の説明に先立って、本発明の基本的な考え方について以下に説明する。本発明は、少なくとも5層の配線層からなる集積回路内に螺旋状のコイル（インダクタ）を形成させたものであり、そのコイルは、その配線層のうち下部側の2層以上の配線層と、その上部側の2層以上の配線層とを用いて構成するようにし、これによりコイルの配線を厚くして、換言するとその配線の断面積を大きくしてコイルの抵抗値を全体的に下げようとしたものである。

【0014】コイルの良さを示すQの値は、下記の式で

表されるため、上記のように抵抗値を下げることで、本発明ではQの値を大きく改善できる。 $Q = X/R$ ここで、Xはコイルのリアクタンスの値、Rはコイルの等価直列抵抗の値である。

【0015】次に、本発明による集積回路におけるインダクタの実施形態について、図1～図4を参照して説明する。図1はこの実施形態の平面図、図2は図1のC-C線の断面図、図3は図1のD-D線の断面図、図4はこの実施形態のコイルと中心導体の部分のみを抽出した斜視図である。

【0016】この実施形態に係るインダクタは、少なくとも5層（この例では5層）の配線層からなる半導体集積回路などの集積回路31内に、1組の螺旋状の1次コイル32と2次コイル33とを並行に形成させ、かつ、U字状の中心導体4をその1次コイル32と2次コイル33の中心に長さ方向に向けて配置させ、その中心導体4を介して両コイル32、33が電磁的に結合するようにしたものである（図1および図4参照）。

【0017】1次コイル32は、図2および図3に示すように、第1配線層と第2配線層を用いて形成される第1のコイル形成素子35、この第1のコイル形成素子35とコイルの長さ方向に交互に配置されるとともに第4配線層と第5配線層を用いて形成される第2のコイル形成素子36、および第3層に形成される第3層メタル43等からなり、これらを図4に示すように螺旋状に連続して接続してコイルを形成するようにした。これにより、1次コイル32の配線を厚くして全体の抵抗値を下げるようにした。

【0018】さらに詳述すると、1次コイル32は、図2及び図3に示すように、シリコン基板のような半導体基板5上に絶縁層6が形成される。そして、その絶縁層6内の第1配線層から第5配線層の各所定位置に、1次コイル32を形成するために、コイル用導体である第1層メタル41、第2層メタル42、第3層メタル43、第4層メタル44、および第5層メタル45がそれぞれ設けられている。

【0019】第1層メタル41と第2層メタル42とは、層厚方向に対向して設けられるとともに、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体（ビアホール）46により複数箇所（この例では4箇所）が電気的に接続され、これにより第1のコイル形成素子35を形成している。第4層メタル44と第5層メタル45とは、層厚方向に対向して設けられるとともに、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体47により複数箇所が電気的に接続され、これにより第2のコイル形成素子36を形成している。

【0020】また、第2層メタル42の両端は、これと接続すべき両側の各第4層メタル44、44の対応する各端部と、各第3層メタル43、43を介して接続導体48、48によりそれぞれ接続されている。一方、2

次コイル33は、図2および図3に示すように、第1配線層と第2配線層を用いて形成される第1のコイル形成素子37、この第1のコイル形成素子37とコイルの長さ方向に交互に配置されるとともに第4配線層と第5配線層を用いて形成される第2のコイル形成素子38、および第3層に形成される第3層メタル53等からなり、これらを図4に示すように螺旋状に一連に接続してコイルを形成するようにした。これにより、2次コイル33の配線を厚くして全体の抵抗値を下げるようにしたさらに詳述すると、2次コイル33は、図2及び図3に示すように、シリコン基板のような半導体基板5上に絶縁層6が形成される。そして、その絶縁層6内の第1配線層から第5配線層の各所定位置に、2次コイル33を形成するために、コイル用導体である第1層メタル51、第2層メタル52、第3層メタル53、第4層メタル54、および第5層メタル55がそれぞれ設けられている。

【0021】第1層メタル51と第2層メタル52とは、層厚方向に対向して設けられるとともに、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体56により複数個所が電氣的に接続され、これにより第1のコイル形成素子37を形成している。第4層メタル54と第5層メタル55とは、層厚方向に対向して設けられるとともに、絶縁層6の厚さ方向に形成される接続導体57により複数個所が電氣的に接続され、これにより第2のコイル形状素子38を形成している。

【0022】また、第2層メタル52の両端は、これと接続すべき両側の第4層メタル54、54の対応する各端部と、各第3層メタル53、53を介在して接続導体58、58によりそれぞれ接続されている。さらに、絶縁層6内の第3配線層の所定位置には、1次コイル32および2次コイル33の中心側の長さ方向に位置するように、U字状の中心導体4が設けられ、この共通の中心導体4により1次コイル32と第2コイル33とが電磁的に結合するようになっている。

【0023】以上説明したように、この実施形態に係るインダクタでは、コイル32、33を、下部側の第1配線層および第2配線層と、上部側の第4配線層および第5配線層とを用いて構成するようにした。このため、コイル32、33の配線を厚くしてコイルの抵抗値を全体的に下げることができるので、その良さを示すQの値を大きくすることができる。

【0024】なお、上記の実施形態では、インダクタを1次コイル32と2次コイル33とからなる構成としたが、これに代えて、両コイルのうちのいずれか一方だけで構成するようにしても良い。また、上記の実施形態では、中心導体4を含むものとしたが、この中心導体は省略するようにしても良い。

【0025】さらに、上記の実施形態では、コイル32、33の形成に第3配線層に設けた第3層メタル43、53を使用するようにしたが、第3層メタル43、53を使用せずにコイル32、33を形成するようにしても良い。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コイルを形成する配線の断面積を大きくすることができ、配線の抵抗値を全体的に下げることができるので、コイルの良さを示すQの値を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構成を示す平面図である。

【図2】図1のC-C線の断面図である。

【図3】図1のC-C線の断面図である。

【図4】この実施形態のコイルと中心導体の部分のみを抽出した斜視図である。

【図5】従来の集積回路におけるインダクタの構成を示す平面図である。

【図6】図5のA-A線の断面図である。

【図7】図5のB-B線の断面図である。

【図8】従来のインダクタのコイルと中心導体の部分のみを抽出した斜視図である。

【符号の説明】

4 中心導体

5 半導体基板

6 絶縁層

31 集積回路

32 1次コイル

33 2次コイル

35、37 第1のコイル形成素子

36、38 第2のコイル形成素子

41、51 第1層メタル

42、52 第2層メタル

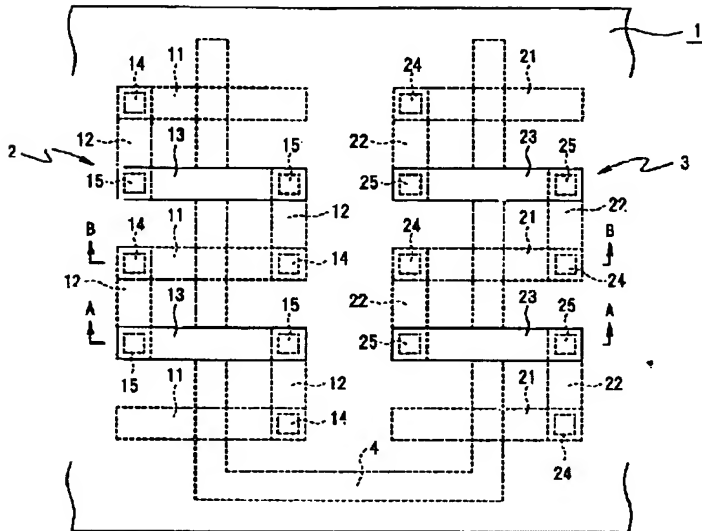
43、53 第3層メタル

44、54 第4層メタル

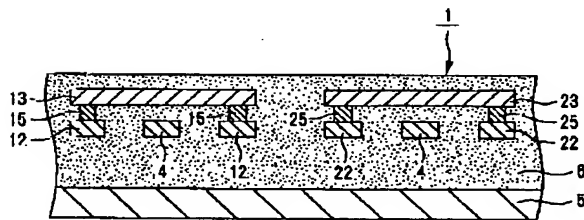
45、55 第5層メタル

【図1】

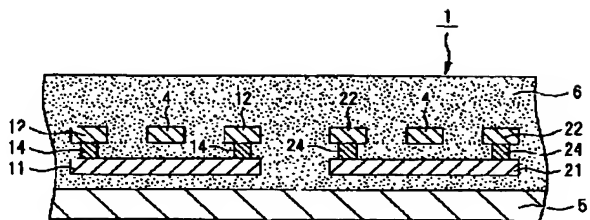
【図5】



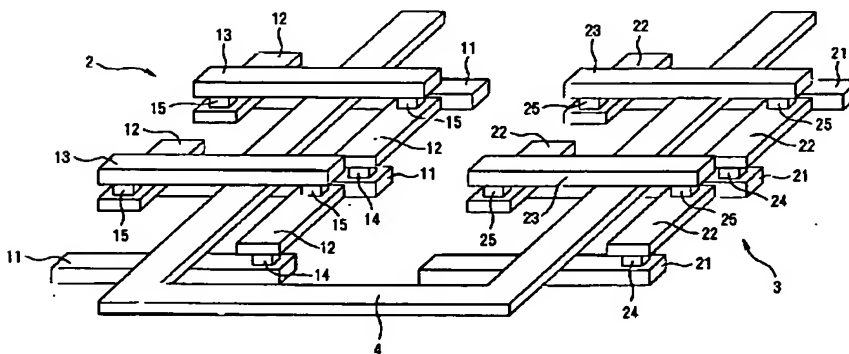
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 陽

東京都千代田区内幸町1丁目1番2号 総  
合通信エンジニアリング株式会社内

:(7) 002-289784 (P2002-289784A)

Fターム(参考) 5E062 DD01 FF01 FG01  
5E070 AA19 AB01 AB06 BA01 CA01  
CA13 CA15  
5F033 HH07 JJ07 KK07 VV08 XX10  
5F038 AZ04 CD12 EZ11 EZ20